

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10155128
 PUBLICATION DATE : 09-06-98

APPLICATION DATE : 22-11-96
 APPLICATION NUMBER : 08312297

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : KISHIMOTO MASAKI;

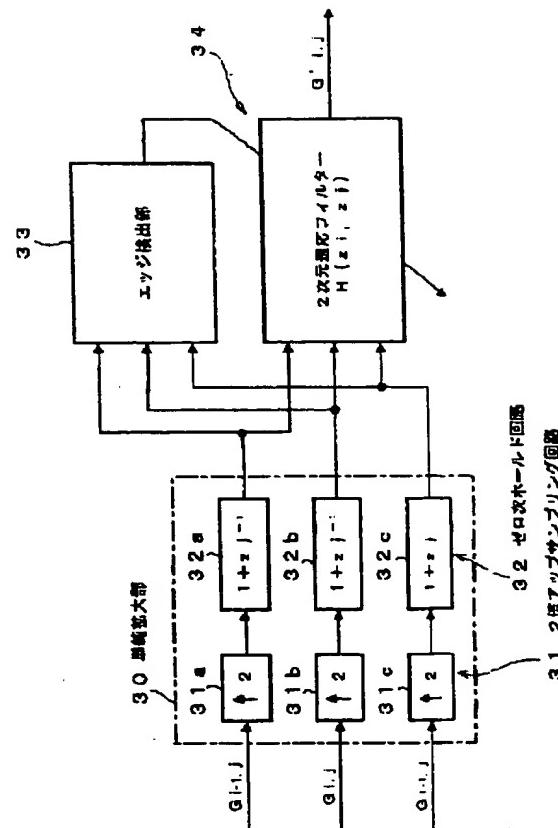
INT.CL. : H04N 5/76 H04N 1/409 H04N 5/91

TITLE : IMAGE INTERPOLATION DEVICE,
 IMAGE INTERPOLATION METHOD
 AND VIDEO PRINTER

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image interpolation device, image interpolation method and video printer in which blurred images are avoided and deformation of characters or the like is eliminated.

SOLUTION: The image interpolation device is provided with an edge detection section 33 that detects the local edge direction of an image and with a 2-dimension adaptive filter 34 that selects a coefficient depending on the edge direction detected by the edge detection section 33 and filters a signal at a prescribed frequency band with a prescribed gain based on the frequency characteristic of the selected coefficient. Since specific picture elements of an image are interpolated twice in a direction, tilt edges are smoothly interpolated, occurrence of a blurred image is less and deformation of characters is small. Thus, an interpolated image with high image quality is obtained.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-155128

(43)公開日 平成10年(1998)6月9日

(51)Int.Cl⁶H 04 N 5/76
1/409
5/91

識別記号

P I

H 04 N 5/76
1/40
5/91E
1 0 1 D
H

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全18頁)

(21)出願番号 特願平3-312297

(22)出願日 平成8年(1996)11月22日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 岸本 正樹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

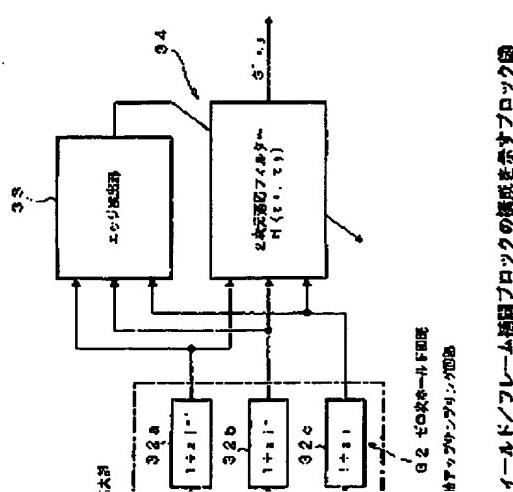
(74)代理人 弁理士 松隈 秀雄

(54)【発明の名称】 画像補間装置、画像補間方法およびビデオプリンター

(57)【要約】

【課題】 画像のボケを無くすと共に、文字などの変形を無くすことができる画像補間装置、画像補間方法およびビデオプリンターの提供を目的とする。

【解決手段】 この画像補間装置は、画像の局所的なエッジ方向を検出するエッジ検出部33と、エッジ検出部33により検出されたエッジ方向により係数を選択して選択された係数の有する周波数特性により所定周波数帯域に対して所定ゲインでフィルターをかける2次元適応フィルター34とを備え、画像の特定の画素を1方向に2倍に縮間するので、斜めエッジが滑らかに縮間され、画像のボケが少なく、文字などの変形も少ない、高画質の補間画像を得ることができる。



(2)

特開平10-155128

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像の局所的なエッジ方向を検出するエッジ検出手段と、
上記エッジ検出手段により検出されたエッジ方向により
係数を選択して選択された上記係数の有する周波数特性
により所定周波数帯域に対して所定ゲインでフィルター
をかけるフィルター手段と、

を備え、上記画像の特定の画素を1方向に2倍に補間する
ようにしたことを特徴とする画像補間装置。

【請求項 2】 請求項第1項記載の画像補間装置において、
上記エッジ検出手段は、

上記画像の局所的な最大傾き方向を検出する最大傾き方
向検出手段と、

上記最大傾き検出手段により検出された最大傾き方向に
対して垂直方向をエッジ方向として検出する垂直方向検
出手段と、

上記垂直方向検出手段により検出されたエッジ方向を複
数の領域に分割し、上記エッジ方向が属する領域を指定
するエッジ方向領域指定手段と、

を有するようにしたことを特徴とする画像補間装置。

【請求項 3】 請求項第1項記載の画像補間装置において、
上記フィルター手段は、

2次元ディジタルフィルターであって、
方向性を有する周波数特性を持った係数と、
上記係数のうち上記エッジ検出手段により検出されたエ
ッジ方向に対応した係数を選択するエッジ方向対応係数
選択手段と、

を有することを特徴とする画像補間装置。

【請求項 4】 請求項第1項記載の画像補間装置において、
上記エッジ検出手段は、

上記画像の局所的な最大傾き方向を検出する最大傾き方
向検出手段と、

上記最大傾き検出手段により検出された最大傾き方向と
垂直方向をエッジ方向として検出する垂直方向検出手段
と、

上記垂直方向検出手段により検出されたエッジ方向を複
数の領域に分割し、上記エッジ方向が属する領域を指定
するエッジ方向領域指定手段と、

に対して所定ゲインでフィルターをかけ、
上記画像の特定の画素を1方向に2倍に補間するよう
にしたことを特徴とする画像補間方法。

【請求項 6】 請求項第1項記載の画像補間方法において、
上記エッジ検出は、

上記画像の局所的な最大傾き方向を検出し、
検出された上記最大傾き方向に対する垂直方向をエッジ
方向として検出し、

検出された上記エッジ方向を複数の領域に分割し、上記
エッジ方向が属する領域を指定する。
ようにしたことを特徴とする画像補間方法。

【請求項 7】 請求項第1項記載の画像補間方法において、
上記フィルターは、

2次元ディジタルフィルターであって、
方向性を有する周波数特性を持った係数のうち上記エ
ッジ検出により検出されたエッジ方向に対応した係数を選
択する、

ようにしたことを特徴とする画像補間方法。

【請求項 8】 請求項第1項記載の画像補間方法において、
上記エッジ検出は、

上記画像の局所的な最大傾き方向を検出し、
検出された上記最大傾き方向に対する垂直方向をエッジ
方向として検出し、
検出された上記エッジ方向を少なくとも水平方向、垂直
方向、斜め方向を有する複数の領域に分割し、上記エッ
ジ方向が属する領域を指定し、

上記エッジ方向が斜め方向に属する場合であって、
補間すべき画素が画像のうちの直角の角部であることを
検出したとき、上記エッジ方向は水平方向を選択する、
ようにしたことを特徴とする画像補間方法。

【請求項 9】 ビデオ画像の画像データに所定の補間処理
を施して、補間された画像データを用いてプリントヘッ
ドによりプリントするビデオプリンターにおいて、
画像の局所的なエッジ方向を検出するエッジ検出手段
と、

上記エッジ検出手段により検出されたエッジ方向により
係数を選択して選択された上記係数の有する周波数特性

(3)

特開平10-155128

3

4

【0002】

【従来の技術】近年、昇華式カラープリンターの高精細化が進んでいるが、入力画像はビデオ信号程度の解像度が主流であり、高解像度のものは余り普及していない。つまり、プリンター側では高解像度のプリントが可能であるにもかかわらず、これに比べて入力画像データの解像度が低い。そこで、高解像度のプリントを行う場合には、プリンター内部で画像データに所定の補間処理を施して、疑似的に高解像度の画像データにする必要がある。しかし、画像データの補間処理の方法によってプリント出力の画質が大きく左右されるため、より高画質な補間処理方法が求められていた。

【0003】昇華式カラープリンターでは、サーマルヘッドの移動方向、つまり副走査方向についてはアナログ的に階調を変化させることにより解像度を制御できるので、主に1ライン分のプリントを行うように配列されたサーマルヘッドの発熱素子の方向、つまり主走査方向の画像補間が必要とされる。すなわち、画像に対して主走査方向の画素を2倍に補間する処理が求められていた。このような、画像補間方法として、第1に同じ画素を2画素ずつ並べて単純に2倍に拡大する単純拡大方式、第2に上下方向の平均値を補間画素に用いる平均値補間方式などが主に用いられていたが、第3に近傍画素の情報を用いた高度な補間処理として近傍画素の大小関係のパターンによって、斜め方向の平均値を補間画素に用いるパターン認識平均値補間方式があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の画像補間方式では、以下に述べるような問題点があった。つまり、第1の単純拡大方式では、画像のエッジの画素が保存されるため画像のボケはないが、斜め方向のエッジがギザギザになり、画像の品質が低下するという不都合があった。また、第2の平均値補間方式では、平均値を補間画素とするため画像がボケてしまい、斜め方向のエッジのギザギザが少し残るという不都合があった。また、第3のパターン認識平均値補間方式では、斜め方向のエッジは滑らかに補間されるが、平均値を補間画素とするため画像がボケてしまい、さらに、文字などの人工画像においては直角コーナーが斜めに補間されるため、文字が変形してしまうという不都合があった。

10

ルターをかけるフィルター手段と、備え上記画像の特定の画素を1方向に2倍に補間するようにしたものである。

【0007】また、この発明の画像補間方法は、画像の局所的なエッジ方向を検出し、検出された上記エッジ方向により係数を選択して選択された上記係数の有する周波数特性により所定周波数帯域に対して所定ゲインでフィルターをかけ、上記画像の特定の画素を1方向に2倍に補間するようにしたものである。

10

【0008】また、この発明のビデオプリンターは、ビデオ画像の画像データに所定の補間処理を施して、補間された画像データを用いてプリントヘッドによりプリントするビデオプリンターにおいて、画像の局所的なエッジ方向を検出するエッジ検出手段と、上記エッジ検出手段により検出されたエッジ方向により係数を選択して選択された上記係数の有する周波数特性により所定周波数帯域に対して所定ゲインでフィルターをかけるフィルタ一手段と、備え上記画像の特定の画素を1方向に2倍に補間してプリントするようにしたものである。

20

【0009】この発明の画像補間装置、画像補間方法およびビデオプリンターによれば以下の作用をする。まず、エッジ検出手段の作用を説明する。最大傾き方向検出手段により画像の局所的最大傾き方向が検出される。そして、垂直方向検出手段により最大傾き方向に垂直な方向をエッジ方向として検出するようになる。以下に、局所的な傾き情報によるエッジ検出方法を説明する。一般に、滑らかなアナログ画像の閾数に対して、その局所的な最大傾き方向は、空間1次微分により表すことができる。

30

【0010】この空間1次微分で表すベクトルに垂直な方向がエッジ方向に相当する。同様に、ディジタル画像データに対して、その局所的な最大傾き方向は、一般にベクトルで表すことができる。

【0011】このベクトルに垂直なベクトルを求める。つまり、補間対象画素を囲む画像ブロックにおいて、画像データの値がゼロの画素、画像データの値が中間値の画素、画像データの値が最大値の画素、がある。このとき、ベクトルは、画像データの値がゼロ、中間値の画素から最大値の画素の方向を示す。そして、このベクトルに垂直なベクトルの方向がエッジ方向に相当する。

40

(4)

特開平10-155128

5

ルは、画像データの値がゼロ、中間値の画素から最大値の画素の方向を示す。そして、このベクトルに垂直なベクトルは、縦横対象画素を含む中間値の画素の方向にもかかわらず、周辺のゼロの画素の影響により決める方向のベクトルとして検出される。そして、このベクトルの方向がエッジ方向に相当する。

【0014】ところが、直角コーナーパターンは、自然画像ではなく、文字などの人工画像に多く含まれるため、ベクトルの方向がエッジ方向として検出されると、文字の形が歪んでしまう。そこで、この直角コーナーパターンを検出するために周辺画素の傾きを計算する。

【0015】このとき、周辺画素の傾きの絶対値が小さく、かつ同符号ならば、直角コーナーパターンとみなし、水平方向が選択される。この直角コーナーパターンの検出処理によって文字などの人工画像の変形を抑えることができる。このようにして、画像の局所的なエッジ方向が検出される。

【0016】次に、フィルター手段の作用を説明する。エッジ検出手段において検出されたエッジ方向に応じて、2次元適応フィルターのエッジ方向対応係数選択手段は係数を切り換える。これらのフィルター係数は方向性を持ったものであり、2次元ローパスフィルターを構成し、これにより、エッジ方向のギザギザ成分をカットし、これに垂直な方向のエッジの急峻さを保存するような特性を持っているので、斜め方向のエッジがギザギザにならずに滑らかに補間される。

【0017】また、画素の平均値を用いる方法に比べて特性の良いローパスフィルターを構成することができる。画像のボケを抑えることができる。さらに、これらのフィルターは、単純2倍拡大画像に対して施されるため、画素の平均値を用いる方法に比べて水平方向のエッジがボケずに保存される。このように、斜めエッジが滑らかに補間され、画像のボケが少なく、文字などの変形も少ない、高画質の縦横画像を得ることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下に、本実施の形態を説明する。本実施の形態の画像補間装置は、ディジタル画像に対して、画像を単純に2倍に拡大した後に、局所的なエッジ方向を検出して、その方向のギザギザの周波数成分をカットするような方向性を持った2次元適応ディジタル

10

20

30

40

6

ディジタルビデオ信号のデータを記憶して保持するフレームメモリとしての画像メモリ4と、画像メモリ4に対するディジタルビデオ信号の書き込み及び読み出しを制御するメモリ制御部3と、各種設定を行うスイッチ部5と、スイッチ部5における設定に基づいてメモリ制御部の動作を制御するシステム制御部6と、システム制御部6からの制御によりメカ機構の動作を制御する機械制御部7と、機械制御部7により動作される印画用紙送りモーター等のメカ機構8と、メカ機構8の印画用紙送りモーターによる印画用紙の送り出しに同期して画像メモリ4から1ラインずつのディジタルビデオ信号のデータを受け取り、各種画像処理を施す画像処理部9と、印画用紙に画像処理を施されたディジタルビデオ信号のデータをプリントするサーマルヘッド11とを有する。

【0020】ここで、特に、本実施の形態では、画像処理部9において、ディジタル画像に対して、画像を単純に2倍に拡大した後に、局所的なエッジ方向を検出して、その方向のギザギザの周波数成分をカットするような方向性を持った2次元適応ディジタルフィルターによって画像補間を行うことにより、斜め方向のエッジに対して滑らかに画像補間を行うノンリニア補間ブロック10を有する。

【0021】このように構成されたカラービデオプリンターは以下のようない動作をする。ビデオ入力部1からA/D変換器2にビデオ信号が供給され、A/D変換器2においてビデオ入力部1から供給されたアナログのビデオ信号が電子化されてディジタル信号に変換される。A/D変換器2において変換されたディジタルビデオ信号はメモリ制御部3に供給される。メモリ制御部3から画像メモリ4に1フレーム分のディジタルビデオ信号のデータが記憶されるように書き込み動作が行われる。

【0022】スイッチ部5において設定された各種設定に基づいてシステム制御部6からメモリ制御部に対してデータの書き込みまたは読み出しの動作が制御される。また、システム制御部6から機械制御部7に対してメカ機構の動作指令が供給されると、機械制御部7により印画用紙送りモーター等のメカ機構8が動作される。そこで、システム制御部6からメモリ制御部に対して画像メモリ4からデータの読み出しの動作指令が供給される。すると、メカ機構8の印画用紙送りモーターによる印画

(5)

特開平10-155128

3

理部9のノンリニア補間ブロック10において、ディジタル画像に対して、画像を単純に2倍に拡大した後に、局所的なエッジ方向を検出して、その方向のギザギザの周波数成分をカットするような方向性を持った2次元適応ディジタルフィルターによって画像補間を行うことにより、斜め方向のエッジを滑らかに補間して、画像のボケを少なくすると共に、文字などの変形の少ない、高画質な補間画像を得ることができるように画像補間が行われる。

【0024】次に、図2を用いて画像処理部について説明する。図2に示す画像処理部は図1に示した画像処理部9に対応する。この画像処理部は、図1に示したシステム制御部6からのコントルールデータDcを格納するレジスタ12と、コントルールデータDcおよびレジスタ12からのデータに基づいて画像処理部の主走査方向の動作を制御する主走査方向コントローラ13と、コントルールデータDcおよびレジスタ12からのデータに基づいて画像処理部の副走査方向の動作を制御する副走査方向コントローラ14とを有する。

【0025】また、この画像処理部は、図1に示したメモリ制御部3を介して画像メモリから供給される1ライン分の入力画像データDiを順次1ライン毎に一時的に保持するラインバッファ15a、15b、15cと、ラインバッファ15a、15b、15cに一時的に保持された1ライン毎の入力画像データDiを副走査方向に補間する副走査方向補間ブロック16と、フィールドデータに対して補間を行うリニア補間ブロック17とを有する。ここで、特に、本実施の形態では、副走査方向の補間が施された画像データのフィールドデータおよびフレームデータのそれぞれに対して、画像を単純に2倍に拡大した後に、局所的なエッジ方向を検出して、その方向のギザギザの周波数成分をカットするような方向性を持った2次元適応ディジタルフィルターによって画像補間を行うことにより、斜め方向のエッジを滑らかに画像補間を行なうフィールド／フレーム補間ブロック10（図1に示したノンリニア補間ブロック10に対応する。）を有する。

【0026】また、この画像処理部は、例えばPAL方式の走査線数をNTSC方式の走査線数に変換するリサイズブロック18と、リサイズブロックにより走査線数

19

20

30

40

濃淡に相当する雜音（ディザ）を原信号に加えるディザブロック26とを有する。

【0027】このように構成された画像処理部は以下のようないくつかの動作をする。図1に示したシステム制御部6からのコントルールデータDcがレジスタ12、主走査方向コントローラ13及び副走査方向コントローラ14に供給される。レジスタ12に格納されたコントルールデータDcは主走査方向コントローラ13及び副走査方向コントローラ14に供給される。主走査方向コントローラ13においてコントルールデータDcおよびレジスタ12からのデータに基づいて画像処理部の主走査方向の動作が制御され、副走査方向コントローラ14においてコントルールデータDcおよびレジスタ12からのデータに基づいて画像処理部の副走査方向の動作が制御される。具体的には、主走査方向コントローラ13及び副走査方向コントローラ14から、画像補間処理用のラインバッファ15a、15b、15c、リサイズおよび編集機能用のラインバッファ19、シャープネス用のラインバッファ21、藝術修正用の藝術修正メモリ23、24のそれぞれに対して制御信号が供給される。

【0028】また、図1に示したメモリ制御部3を介して画像メモリからラインバッファ15a、15b、15cに1ライン分の入力画像データDiが順次供給される。つまり、ラインバッファ15aには1ライン後の画像データDi+1が一時的に保持され、ラインバッファ15bには現在のラインの画像データDiが一時的に保持され、ラインバッファ15cには1ライン前の画像データDi-1が一時的に保持される。ラインバッファ15a、15b、15cに一時的に保持された1ライン毎の入力画像データDi+1、Di、Di-1が副走査方向補間ブロック16に供給される。副走査方向補間ブロック16において、入力画像データDi+1、Di、Di-1は副走査方向に補間される。例えば、副走査方向補間ブロック16において、フィールドデータが補間されて、画像データが90度回転されて、副走査方向に2枚のプリント出力を得るようにして、副走査方向の補間が行われる。副走査方向の補間が行われた画像データまたは副走査方向の補間が行われずにスルーした画像データはフィールド／フレーム補間ブロック10に供給される。なお、副走査補間が行われたときは、後段のフィー

(6)

特開平10-155128

9

ような方向性を持った2次元適応デジタルフィルターによって画像補間を行うことにより、斜め方向のエッジを滑らかにする画像補間が行われる。具体的には、フィールド／フレーム補間ブロック10において、フィールドデータまたはフレームデータが2倍に補間される。また、ここでフィールド／フレーム補間ブロック10をノンリニア補間ブロックと呼んでいるのは、ここで用いる後述する適応フィルターが（一般的に）非線形なフィルターであるからである。フィールドデータとフレームデータとでそれぞれ2倍に補間された画像データはリニア補間ブロック17に供給される。リニア補間ブロック17において、フレームデータはスルーして、フィールドデータに対してのみ2倍に補間が行われる。つまり、ノンリニア補間およびリニア補間のそれぞれの処理において、フレームデータは2倍補間およびスルーで計2倍補間され、フィールドデータは2倍補間および2倍補間で計4倍補間される。ここでリニア補間ブロック17と呼ぶのは、ここで用いるフィルターが線形なフィルターであるからである。

【0030】このように補間された画像データはリサイズブロック18に供給される。リサイズブロック18において、例えばPAL方式の走査線数がNTSC方式の走査線数に変換される。走査線数が変換された画像データはラインバッファ19に供給される。ここで、入力画像データD₁が入力されたから、ラインバッファ19に現ラインの画像データが供給される時点までで、1ライン分の画像データの書き込み読み出し処理時間を要する。つまり、ラインバッファ15、副走査補間ブロック16、フィールド／フレーム補間ブロック10、リニア補間ブロック17、リサイズブロック18、ラインバッファ19への書き込み処理までは同期して行われる。

【0031】そして、ラインバッファ19からリサイズブロックにより走査線数が変換された画像データの1ライン分が読み出されて編集機能ブロック20に供給される。編集機能ブロック20において、画像データに対して各種編集機能が付加される。各種編集機能が付加された画像データはシャープネスブロック22に供給される。シャープネスブロック22において強調処理が行われる。このとき、ラインバッファ21において1ライン分のシャープネス補正用の画像データが一時的に保持さ

10

ク26に供給される。ディザブロック26において、入力信号を2値化したときの一一定しきい値で落とされた濃淡に相当する雜音（ディザ）が原信号に加えられる。このようにして、ディザブロック26から出力画像データD₀が出力される。

【0034】ここで、画像データがラインバッファ19から読み出されてから、ディザブロック26から出力画像データD₀が出力される時点までで、1ライン分の画像データの書き込み読み出し処理時間をする。つまり、

10 ラインバッファ19からの読み出し、編集機能ブロック20、シャープネスブロック22、普熱補正ブロック25、ディザブロック26の処理までは同期して行われる。

【0035】次に、本実施の形態の画像補間装置の具体的構成及び動作について説明する。図3にフィールド／フレーム補間ブロック10の構成を示す。図3に示す構成は図2に示したフィールド／フレーム補間ブロック10に対応する。図3において、フィールド／フレーム補間ブロック10は、画像を単純に2倍に拡大する単純拡

20 大部30と、画像の局所的なエッジ方向を検出するエッジ検出部33と、エッジ検出方向のギザギザの周波数成分をカットするような方向性を持った2次元適応フィルター34とを有する。ここで、G_{i.., G'.., ,}はデジタル画像データを表し、iは副走査方向（ラインインクリメント）、jは主走査方向（ライン方向）を表す。

【0036】単純拡大部30は、2倍アップサンプリング回路31と、ゼロ次ホールド回路32とを有する。2倍アップサンプリング回路31は、デジタル画像データG_{i.., ,}を2倍のサンプリング周波数でサンプリング

30 する2倍アップサンプリング回路31aと、デジタル画像データG_{i.., ,}を2倍のサンプリング周波数でサンプリングする2倍アップサンプリング回路31b、ディジタル画像データG_{i.., ,}を2倍のサンプリング周波数でサンプリングする2倍アップサンプリング回路31cとを有する。また、ゼロ次ホールド回路32は、2倍のサンプリング周波数でサンプリングされたデジタル画像データG_{i.., ,}に1サンプリング時点前のデータを加算するゼロ次ホールド回路32aと、2倍のサンプリング周波数でサンプリングされたデジタル画像データG_{i.., ,}に1サンプリング時点前のデータを加算するゼロ次

40 ホールド回路32bとを有する。

(7)

特開平10-155128

11

も水平方向44、垂直方向44、斜め方向45の所定の領域に分割し、エッジ方向領域を指定するエッジ方向領域指定手段42と、文字などの直角コーナーパターンを検出する直角コーナーパターン検出手段46とを有する。

【0038】図5に2次元適応フィルターの機能ブロックを示す。図5に示す機能ブロックは図3に示す2次元適応フィルター34に対応する。この2次元適応フィルターは、エッジ方向対応係数選択手段50と、方向性を有する周波数特性を持つ係数51(H₁～H₆)とを有する。

【0039】このように構成されたフィールド／フレーム補間ブロック10の動作を以下に説明する。まず、卓絶拡大部30の動作を説明する。2倍アップサンプリング回路31aにおいて、デジタル画像データG_{1,1,1}が2倍のサンプリング周波数でサンプリングされ、2倍アップサンプリング回路31bにおいてデジタル画像データG_{1,1,1}が2倍のサンプリング周波数でサンプリングされ、2倍アップサンプリング回路31cにおいてデジタル画像データG_{1,1,1}が2倍のサンプリング周波数でサンプリングされる。すると、2倍アップサンプリング回路31a、31b、31cからそれぞれ原サンプリング時点での値と、2倍サンプリング時点でのり(ゼロ)の値とが出力される。

【0040】2倍アップサンプリング回路31a、31b、31cからそれぞれ原サンプリング時点での値と、2倍サンプリング時点でのり(ゼロ)の値とがゼロ次ホールド回路32a、32b、32cに供給される。ゼロ次ホールド回路32a、32b、32cにおいて、それぞれ原サンプリング時点での値と、2倍サンプリング時点での1サンプリング時点前の値とが加算される。このようにして、単純拡大部30から主走査方向に2倍に拡大した画像データが得られる。

【0041】次に、エッジ検出部の動作を説明する。まず、最大傾き方向検出手段40により画像の局所的な最大傾き方向が検出される。そして、垂直方向検出手段41により最大傾き方向に垂直な方向をエッジ方向として検出するようとする。以下に、局所的な傾き情報によるエッジ検出方法を説明する。一般に、滑らかなアナログ画像を関数f(x, y)とをくと、その局所的な最大傾き

12

【0044】

【数2】(p_{1,1,1}, q_{1,1,1}) = (G_{1,1,1}, -G_{1,1,1}, G_{1,1,1}-G_{1,1,1})

【0045】また、位相を合わせるため大きなエリアで計算する場合には数3式のベクトルで表すことができる。

【0046】

【数3】(p_{1,1,1}, q_{1,1,1}) = ((G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1})-(G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1}), (G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1})-(G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1}+G_{1,1,1,1,1}))

【0047】このベクトル(p_{1,1,1}, q_{1,1,1})に垂直なベクトルは、図6に示すように求められる。つまり、縦間対象画素を囲む3×3の画像ブロックにおいて、狭い斜線で示す画素は画像データの値がゼロであり、広い斜線で示す画素は画像データの値が中間値であり、空白の画素は画像データの値が最大値である。このとき、ベクトル(p_{1,1,1}, q_{1,1,1})は、画像データの値がゼロ、中間値の画素から最大値の画素の方向を示す。この場合、

10 図6において、左下の3つの画素がゼロであり、左斜め上から右斜め下への縦間対象画素を含む3つの画素が中間値であり、右上の3つの画素が最大値であるので、縦間対象画素のベクトルは右斜め上方向である。そして、このベクトルに垂直なベクトルは、左斜め上または右斜め下への縦間対象画素を含む中間値の3つの画素の方向である、ベクトル(-q_{1,1,1}, p_{1,1,1})またはベクトル(q_{1,1,1}, -p_{1,1,1})である。そして、このベクトル(-q_{1,1,1}, p_{1,1,1})またはベクトル(q_{1,1,1}, -p_{1,1,1})の方向がエッジ方向に相当する。

20 【0048】次に、卓絶拡大部30により画像を、主走査方向(ライン方向)に単純に2倍に拡大した場合、ベクトル(p_{1,1,1}, q_{1,1,1})はベクトル(2p_{1,1,1}, q_{1,1,1})となり、ベクトル(2p_{1,1,1}, q_{1,1,1})に垂直なベクトルは、図7に示すように求められる。つまり、j主走査方向に2倍された縦間対象画素を囲む3×6の画像ブロックにおいて、狭い斜線で示す画素は画像データの値がゼロであり、広い斜線で示す画素は画像データの値が中間値であり、空白の画素は画像データの値が最大値である。このとき、図6に示したそれぞれの画素が

30 i主走査方向に2倍される。ベクトル(2p_{1,1,1}, q_{1,1,1})

(8)

特開平10-155128

13

$p_{1,1}$ }である。そして、このベクトル $(-q_{1,1}, 2p_{1,1})$ またはベクトル $(q_{1,1}, -2p_{1,1})$ の方向がエッジ方向に相当する。このベクトルをこの方向の直線の傾き $a_{1,1}$ で表すと数4式のようになる。

【0049】

【数4】 $a_{1,1} = \tan \theta_{1,1} = -2 p_{1,1} / q_{1,1}$ この $a_{1,1}$ の値によって画像の局所的なエッジ方向を表すことができる。

【0050】 次に、このようなエッジ方向検出の詳細を説明する。画像データ $G_{1,1}$ をj主走査方向に2倍に拡大した画像データを $g_{1,k}$ とおくと、数5式のようにな*

$$\begin{aligned} (r_{1,k}, s_{1,k}) &= \\ &\left(\max [(g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 2, (g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 2], (g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 3 \right) \\ &\quad (k: \text{even}) \\ &\left(\max [(g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 2, (g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 2], (g_{1,1,k+2} + g_{1,1,k+4} + g_{1,3,k+2} - g_{1,3,k}) / 3 \right) \\ &\quad (k: \text{odd}) \end{aligned}$$

【0054】 ここで、 $\max [\ast, \ast]$ は絶対値の大きい方を表す。このように、 $(r_{1,k}, s_{1,k})$ は2倍拡大画像における位相を考慮したものになっていることが分かる。

【0055】 さらに、i, k方向の2次微分値を計算 *

$$\begin{aligned} (r_{1,k}, s_{1,k}) &= \\ &\left((g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 2, (g_{1,1,k+2} + g_{1,1,k+4} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 3 \right) \\ &\quad (k: \text{even}) \\ &\left((g_{1,1,k} + g_{1,1,k+2} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 2, (g_{1,1,k+2} + g_{1,1,k+4} - g_{1,3,k} - g_{1,3,k+2}) / 3 \right) \\ &\quad (k: \text{odd}) \end{aligned}$$

【0057】 このように、i, k方向の2次微分値が小さいときは、大きなエリアで傾きベクトルを算出することによって、誤検出を防ぐことができる。ベクトル $(r_{1,k}, s_{1,k})$ から、先に画像の局所的なエッジ方向を数4式で表わした傾き $a_{1,1}$ に相当する値は、傾き $r_{1,k}$ として数8式で表される。

【0058】

【数8】 $b_{1,1} = -2 r_{1,1} / s_{1,1}$

*る。

【0051】

【数5】

$g_{1,k} = G_{1,k/2}$ ($k: \text{even}$)

$= G_{1,(k-1)/2}$ ($k: \text{odd}$)

【0052】 先に説明した空間1次微分 $(p_{1,1}, q_{1,1})$ に相当する値は、2倍拡大後の画像データ $g_{1,1}$ に対しても $(r_{1,k}, s_{1,k})$ として数6式で得られる。

【0053】

【数6】

10

【数6】

※し、その絶対値が小さい場合は、画像曲面の曲がりが少ないと判断し、数7式を採用する。

【0056】

【数7】

以下のときである。領域④は傾き $a_{1,1}$ の絶対値が4より大きのときである。領域⑤は傾き $a_{1,1}$ の値が負であって $-3/4$ 以上のときである。領域⑥は傾き $a_{1,1}$ の値が $-3/4$ より小であって $-3/2$ 以上のときである。領域⑦は傾き $a_{1,1}$ の値が $-3/2$ より小であって -4 以上のときである。領域⑧は $p_{1,1}$ の絶対値が定数以下のときである。つまり、領域⑧が水平方向43、領域⑨が垂直方向44、領域①、領域②、領域③、領域⑤、領

40

http://www4.ipdl.jpo.go.jp/NSAPITMP/web203/20040816235735557464.gif

8/16/2004

(9)

15

とき、ベクトル $(p_{1,1}, q_{1,1})$ は、画像データの値がゼロ、中間値の画素から最大値の画素の方向を示す。この場合、図9において、左下の2つの画素がゼロであり、補間対象画素を含む2つの画素が中間値であり、残りの上から右に延びる5つの画素が最大値であるので、補間対象画素のベクトルは右斜め上方向として検出される。そして、このベクトルに垂直なベクトルは、補間対象画素を含む中間値の画素が j 方向であるにもかかわらず、左斜め上または右斜め下への2つの方向である、ベクトル $(-q_{1,1}, p_{1,1})$ またはベクトル $(q_{1,1}, -p_{1,1})$ として検出される。そして、このベクトル $(-q_{1,1}, p_{1,1})$ またはベクトル $(q_{1,1}, -p_{1,1})$ の方向がエッジ方向に相当する。

【0061】ところが、図9に示すような直角コーナーパターンは、自然画像ではなく、文字などの人工画像に多く含まれるため、図9に示すように、ベクトル $(-q_{1,1}, p_{1,1})$ またはベクトル $(q_{1,1}, -p_{1,1})$ の方向がエッジ方向として検出されると、文字の形が歪んでしまう。そこで、この直角コーナーパターンを検出するために、数9式のように周辺画素の傾きを計算する。これは、 k : 奇数 (odd) で図8において領域③、領域④、領域⑦の斜め方向45が選択された場合である。

【0062】

$$[数9] d_{m_{1,1}} = g_{1,2,k} - g_{1,2,k+2}$$

$$d_{n_{1,1}} = g_{1,k+2} - g_{1,k+4}$$

$$d_{h1_{1,1}} = g_{1,1} - g_{1,2,k}$$

$$d_{h2_{1,1}} = g_{1,k+2} - g_{1,k+4}$$

【0063】このとき、 $d_{m_{1,1}}$ と $d_{n_{1,1}}$ の絶対値が小さく、かつ $d_{h1_{1,1}}$ と $d_{h2_{1,1}}$ が同符号ならば、直角コーナーパターンとみなし、図8において、領域③の水平方向43が選択される。他の場合も同様の処理が行われ、この直角コーナーパターンの検出処理によって文字などの人工画像の変形を抑えることができる。このようにして、画像の局所的なエッジ方向が検出される。

【0064】次に、2次元適応フィルターの動作を説明する。エッジ検出部において検出された図8に示す領域①～領域⑧のエッジ方向に応じて、2次元適応フィルターのエッジ方向対応係数選択手段50は係数51を、図10及び図11に示す $H_1(Z_1, Z_2) \sim H_8(Z_1, Z_2)$ に切り換える。図10において、 $H_1(Z_1, Z_2)$

特開平10-155128

16

であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/16, 0, 0, 0, 0$ である。 $H_1(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, +5/32, -1/32$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, +5/32, +5/8, +5/32, 0, 0$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/32, 0, 0, 0, 0$ である。 $H_8(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1

10 ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/16, +5/8, +5/16, -3/32, -1/32$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ である。

【0065】また、図11において、 $H_1(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/16, +5/8, +5/16, 0, 0, 0$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ である。

20 【0065】また、図11において、 $H_1(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/16, +5/8, +5/16, 0, 0, 0, 0$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ である。 $H_8(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/16, 0, 0, 0, 0$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, 0, 0, 0$ である。 $H_1(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1

30 ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/32, 0, 0, 0, 0$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, +5/32, +5/8, +5/32, 0, 0, 0$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, +5/32, -3/32, -1/32$ である。 $H_8(Z_1, Z_2)$ は、 i 副走査方向の第1ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, +5/32, +5/8, +5/32, 0, 0, 0$ であり、第2ラインに対して、 j 主走査方向に $-1/32, -3/32, +5/32, +5/8, +5/32, -3/32, -1/32$ であり、第3ラインに対して、 j 主走査方向に $0, 0, 0, 0, +5/32, 0, 0, 0$ である。

40 $H_1(Z_1, Z_2)$ に切り換える。図10において、 $H_1(Z_1, Z_2)$

(10)

特開平10-155128

17

図12にH₁(Z₁, Z₂)の周波数特性を示す。ここで、H₁(Z₁, Z₂)の周波数特性はX=0で左右反転したものである。図13にH₂(Z₁, Z₂)の周波数特性を示す。ここで、H₂(Z₁, Z₂)の周波数特性はX=0で左右反転したものである。図14にH₃(Z₁, Z₂)の周波数特性を示す。ここで、H₃(Z₁, Z₂)の周波数特性はX=0で左右反転したものである。このように、H₁(Z₁, Z₂), H₂(Z₁, Z₂), H₃(Z₁, Z₂)の周波数特性は、それぞれH₁(Z₁, Z₂), H₂(Z₁, Z₂), H₃(Z₁, Z₂)の周波数特性を、副走査方向に反転したものである。図15にH₄(Z₁, Z₂)の周波数特性を示す。図16にH₅(Z₁, Z₂)の周波数特性を示す。

【0068】これらのフィルター係数は方向性を持ったものであり、2次元ローパスフィルターを構成し、これにより、エッジ方向のギザギザ成分をカットし、これに垂直な方向のエッジの急峻さを保存するような特性を持っているので、斜め方向のエッジがギザギザにならずに滑らかに補間される。

【0069】また、画素の平均値を用いる方法に比べて特性の良いローパスフィルターを構成することができる。画像のボケを抑えることができる。さらに、これらのフィルターは、岸純2倍拡大画像に対して施されるため、画素の平均値を用いる方法に比べて水平方向のエッジがボケずに保存されるという利点がある。

【0070】このように、本実施の形態により、斜めエッジが滑らかに補間され、画像のボケが少なく、文字などの変形も少ない、高画質の補間画像を得ることができる。

【0071】また、上例に限らず、デジタルカラープリンターにおいて低解像度画像を高解像度で印画する場合や、コンピュータ上で画像を高解像度化するソフトウェアにより構成しても良い。

【0072】また、本実施の形態を用いて2倍の画素に補間した後に、自由倍率の解像度変換手段により解像度変換を施すようにしてもよく、この場合、単独で自由倍率の解像度変換手段により解像度変換を施した場合に比べて、より高画質の出力画像を得ることができる。

【0073】

18

画像の補間画像を得ることができるという効果を奏する。

【0074】また、この発明の画像補間装置は、上述において、上記エッジ検出手段は、上記画像の局所的な最大傾き方向を検出する最大傾き方向検出手段と、上記最大傾き検出手段により検出された最大傾き方向に対しても垂直方向をエッジ方向として検出する垂直方向検出手段と、上記垂直方向検出手段により検出されたエッジ方向を複数の領域に分割し、上記エッジ方向が属する領域を指定するエッジ方向領域指定手段と、を有するようにしたので、画像の局所的なエッジ方向を検出して、このエッジ方向に応じて係数を変えてフィルターをかけることができるという効果を奏する。

【0075】また、この発明の画像補間装置は、上述において、上記フィルター手段は、2次元ディジタルフィルターであって、方向性を有する周波数特性を持った係数と、上記係数のうち上記エッジ検出手段により検出されたエッジ方向に対応した係数を選択するエッジ方向対応係数選択手段とを有するので、エッジ方向に応じて係数を変えて異なる周波数特性によるフィルターをかけることができるという効果を奏する。

【0076】また、この発明の画像補間装置は、上記エッジ検出手段は、上記画像の局所的な最大傾き方向を検出する最大傾き方向検出手段と、上記最大傾き検出手段により検出された最大傾き方向と垂直方向をエッジ方向として検出する垂直方向検出手段と、上記垂直方向検出手段により検出されたエッジ方向を複数の領域に分割し、上記エッジ方向が属する領域を指定するエッジ方向領域指定手段と、上記エッジ方向領域指定手段によりエッジ方向が斜め方向であると検出された場合であって、補間すべき画素が画像のうちの直角の角部であることを検出したとき、上記エッジ方向領域指定手段によるエッジ方向を水平方向に選択する直角コーナーパターン検出手段とを有するので、直角コーナーパターンを有する文字などの画像の変形を抑えることができるという効果を奏する。

【0077】また、この発明の画像補間方法は、画像の局所的なエッジ方向を検出し、検出された上記エッジ方向により係数を選択して選択された上記係数の有する周波数特性により所定周波数帯域に対して所定ゲインでフ

(11)

特開平10-155128

19

エッジ方向を複数の領域に分割し、上記エッジ方向が属する領域を指定するようにしたので、画像の局所的なエッジ方向を検出することにより、このエッジ方向に応じて係数を変えてフィルターをかけることができるという効果を奏する。

【0079】また、この発明の画像補間方法は、上述において、上記フィルターは、2次元ディジタルフィルターであって、方向性を有する周波数特性を持った係数のうち上記エッジ検出により検出されたエッジ方向に対応した係数を選択するようにしたので、エッジ方向に応じて係数を変えて異なる周波数特性によるフィルターをかけることができるという効果を奏する。

【0080】また、この発明の画像補間方法は、上述において、上記エッジ検出は、上記画像の局所的な最大傾き方向を検出し、検出された上記最大傾き方向に対して垂直方向をエッジ方向として検出し、検出された上記エッジ方向を少なくとも水平方向、垂直方向、斜め方向を有する複数の領域に分割し、上記エッジ方向が属する領域を指定し、上記エッジ方向が斜め方向に属する場合であって、補間すべき画素が画像のうちの直角の角部であることを検出したとき、上記エッジ方向は水平方向を選択するようにしたので、直角コーナーパターンを有する文字などの画像の変形を抑えることができるという効果を奏する。

【0081】また、この発明のビデオプリンターは、ビデオ画像の画像データに所定の補間処理を施して、補間された画像データを用いてプリントヘッドによりプリントするビデオプリンターにおいて、画像の局所的なエッジ方向を検出するエッジ検出手段と、上記エッジ検出手段により検出されたエッジ方向により係数を選択して選択された上記係数の有する周波数特性により所定周波数帯域に対して所定ゲインでフィルターをかけるフィルター手段とを備え、上記画像の特定の画素を1方向に2倍に補間してプリントするようにしたので、エッジ方向のギザギザ成分をカットし、これに垂直な方向のエッジの急峻さを保存することにより、斜めエッジが滑らかに補間され、画像のボケが少なく、文字などの変形も少ない、高画質の補間画像のプリント出力を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

20

20

【図6】本実施の形態の画像の傾きベクトルを示す図である。

【図7】本実施の形態の補間画像の傾きベクトルを示す図である。

【図8】本実施の形態の画像のエッジ方向の領域を示す図である。

【図9】本実施の形態の直角コーナーパターンを示す図である。

【図10】本実施の形態の2次元適応フィルターの係数を示す図である。

【図11】本実施の形態の2次元適応フィルターの係数を示す図である。

【図12】本実施の形態の係数 $H_1(Z_1, Z_2)$ の周波数特性($H_1(Z_1, Z_2)$ の周波数特性は $X=0$ で左右反転したもの)を示す図である。

【図13】本実施の形態の係数 $H_2(Z_1, Z_2)$ の周波数特性($H_2(Z_1, Z_2)$ の周波数特性は $X=0$ で左右反転したもの)を示す図である。

【図14】本実施の形態の係数 $H_3(Z_1, Z_2)$ の周波数特性($H_3(Z_1, Z_2)$ の周波数特性は $X=0$ で左右反転したもの)を示す図である。

【図15】本実施の形態の係数 $H_4(Z_1, Z_2)$ の周波数特性を示す図である。

【図16】本実施の形態の係数 $H_5(Z_1, Z_2)$ の周波数特性を示す図である。

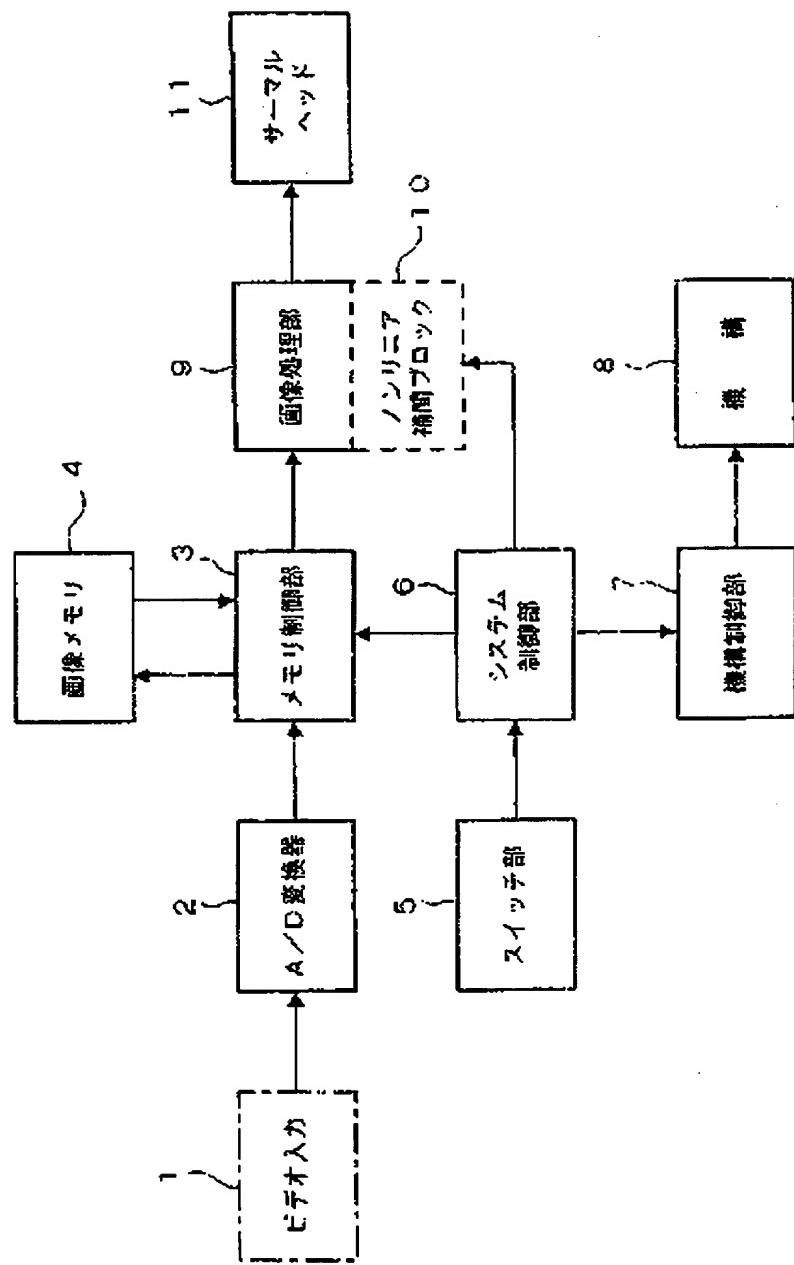
【符号の説明】

- 1 ビデオ入力部、2 A/D変換器、3 メモリ制御部、4 画像メモリ、5 スイッチ部、6 システム制御部、7 機械制御部、8 機構、9 画像処理部、10 ノンリニア補間ブロック(フィールド/フレーム補間ブロック)、11 サーマルヘッド、12 レジスタ、13 主走査方向コントローラ、14 副走査方向コントローラ、15 ラインバッファ、16 副走査補間ブロック、17 リニア補間ブロック、18 リサイズブロック、19 ラインバッファ、20 編集機能ブロック、21 ラインバッファ、22 シャープネスブロック、23 蒼熱補正メモリ(短時定数)、24 蒼熱補正メモリ(長時定数)、25 蒼熱補正ブロック、26 ディザブロック、Dc システム制御部コントロールデータ、D_i 入力画像データ、D_o 出力画像データ

特開平10-155128

(12)

【図1】

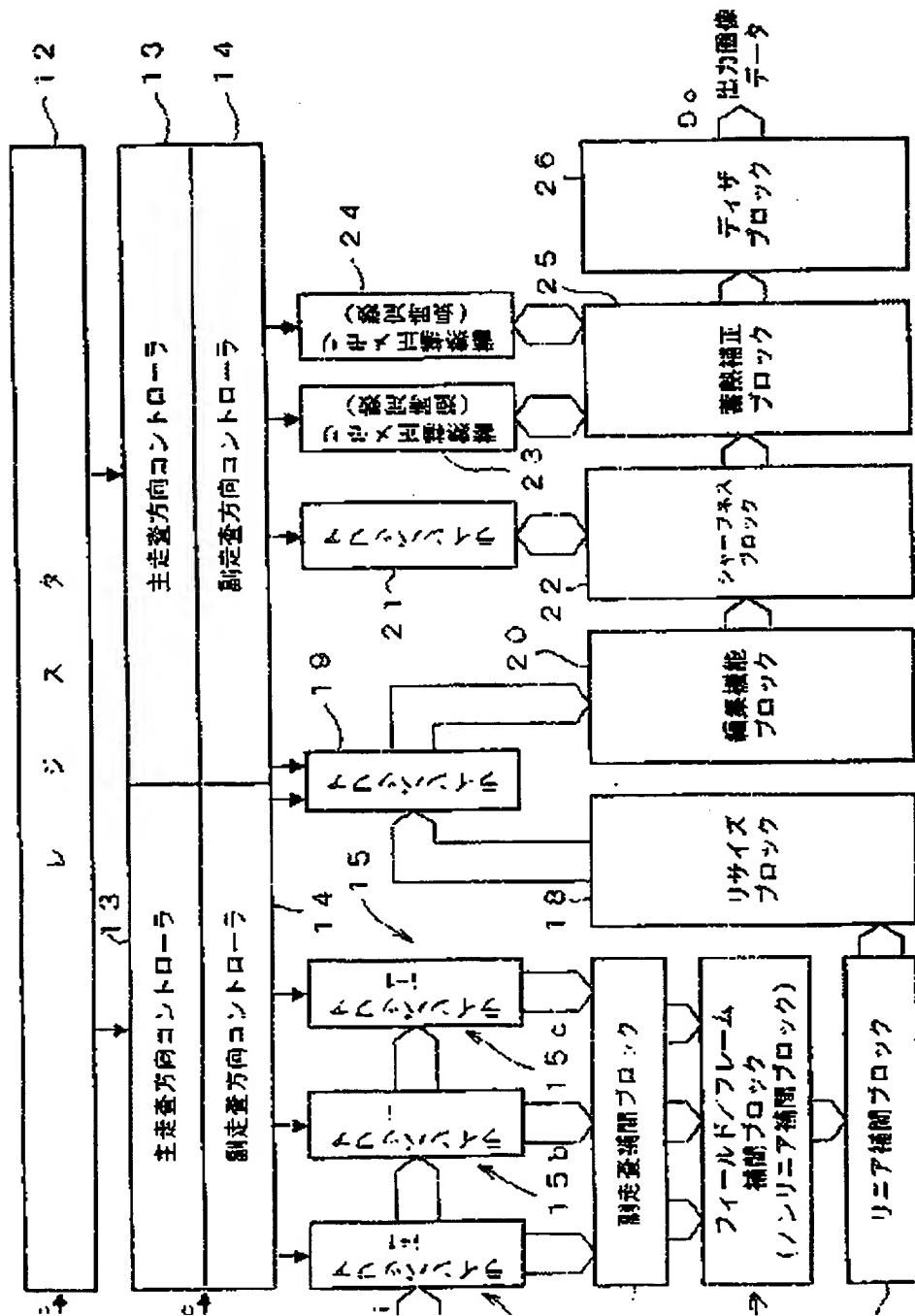


本実施の形態の画像補間装置を適用するビデオプリンターの構成を示すブロック図

(13)

特開平10-155128

【図2】

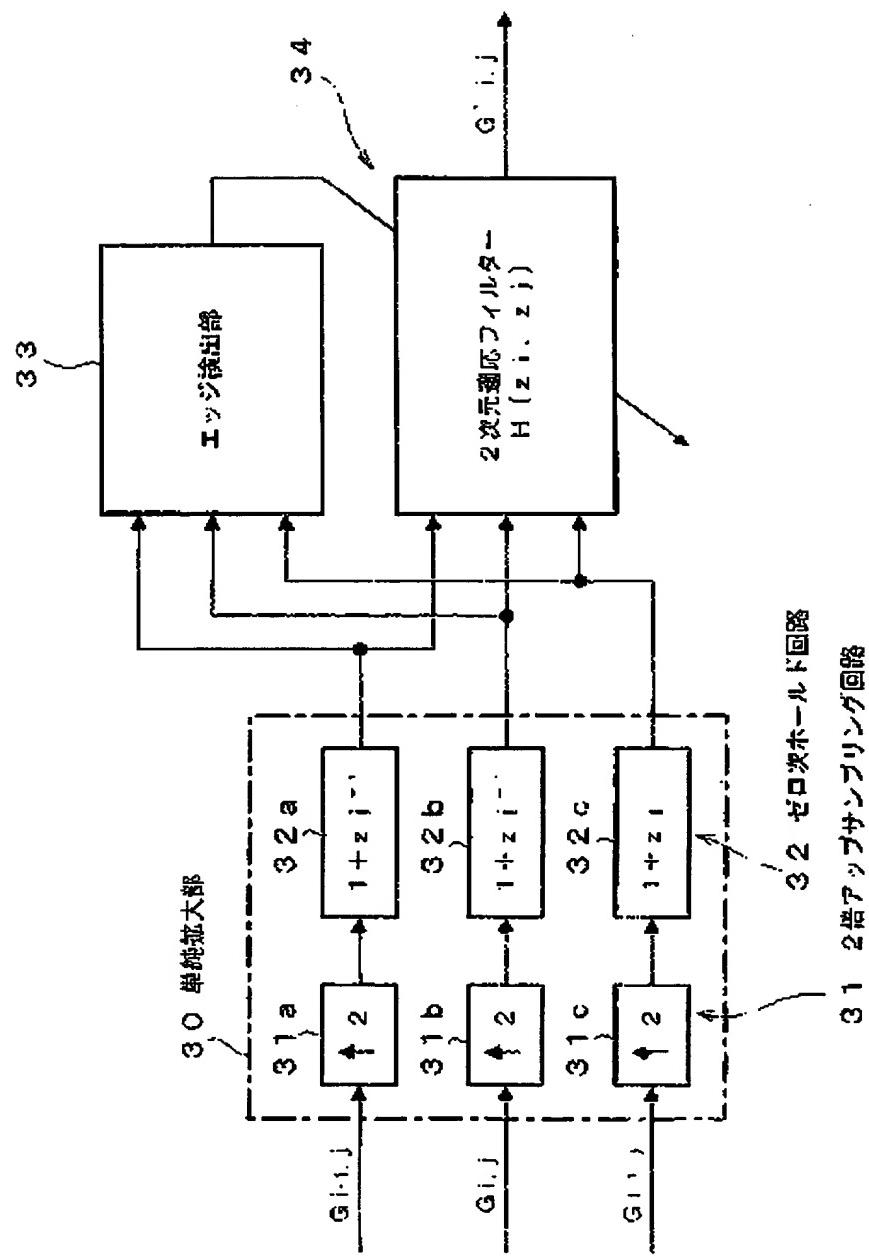


本実施の形態の画像処理部の構成を示すブロック図

(14)

特開平10-155128

【図3】

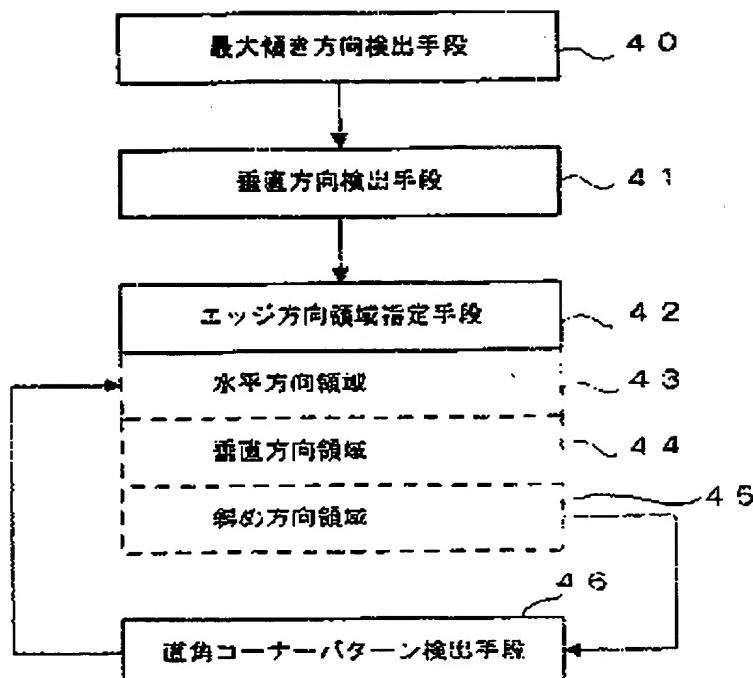


本実施の形態のフィールドノフレーム補間ブロックの構成を示すブロック図

(15)

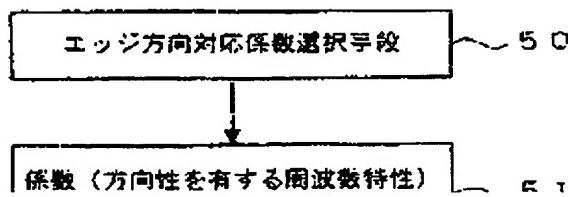
特開平10-155128

【図4】



本実施の形態のエッジ検出部の機能ブロックを示す図

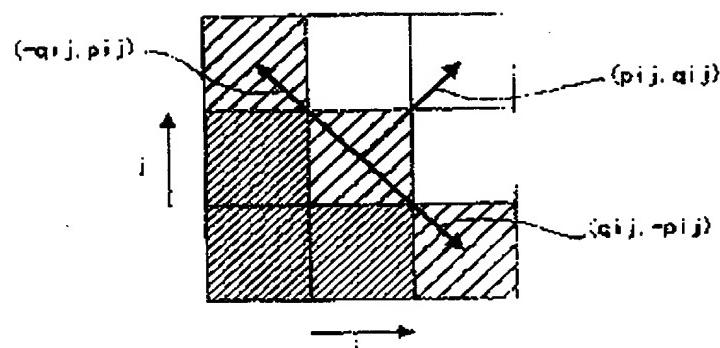
【図5】



(16)

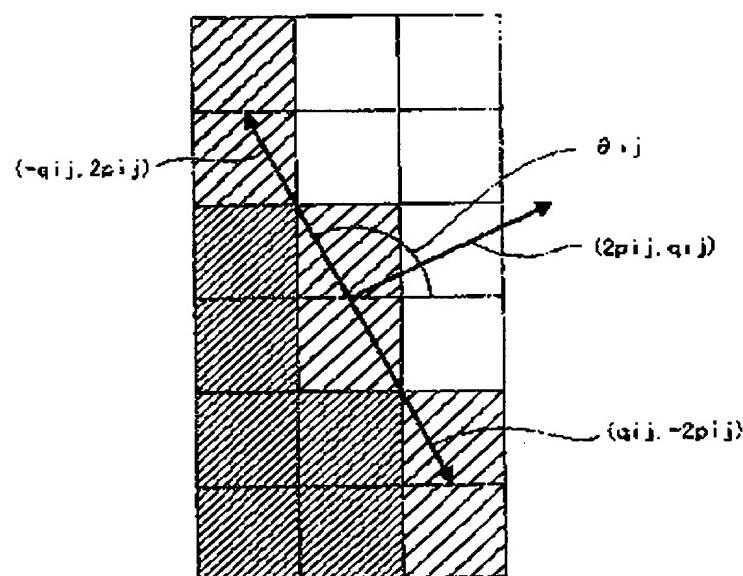
特開平10-155128

【図6】



本実施の形態の画像の傾きベクトルを示す図

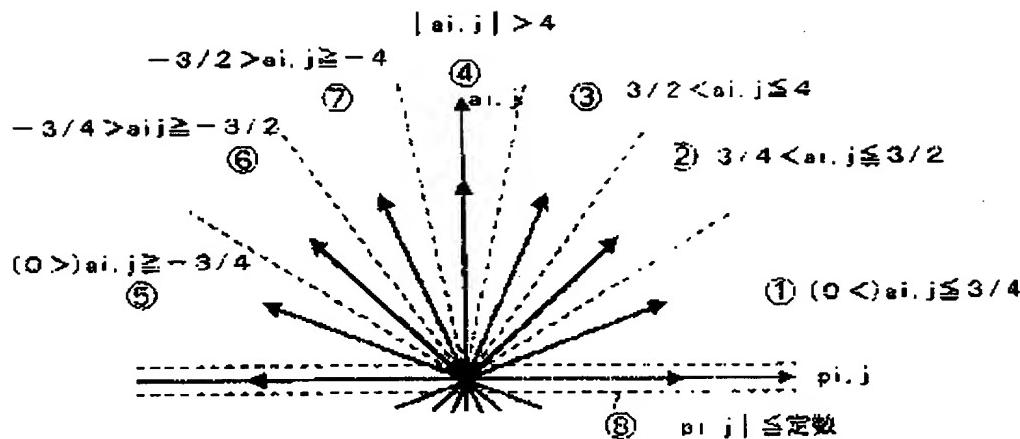
【図7】



(17)

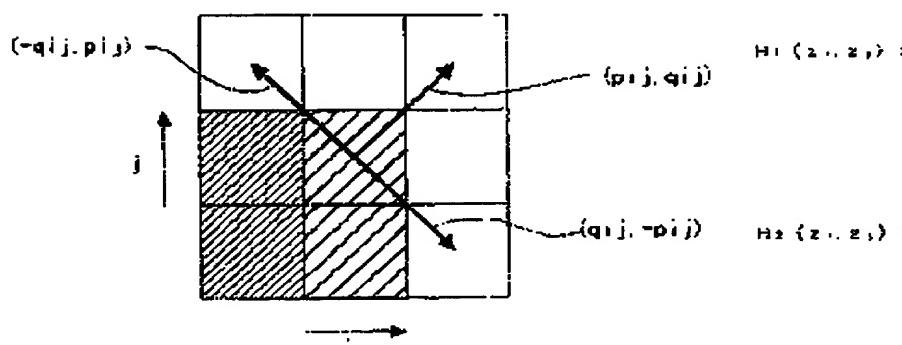
特開平10-155128

【図8】



本実施の形態の画像のエッジ方向の領域を示す図

【図9】



【図10】

i	j	$H_1(z_1, z_2)$
0	0	-1/82
0	0	-3/82
0	0	+5/16
+5/16	0	+5/16
+5/16	0	0
-3/32	0	0
-1/32	0	0

i	j	$H_2(z_1, z_2)$
0	0	-1/82
0	0	-3/82
0	0	+5/16
0	+5/8	0
+5/16	0	0
-3/32	0	0
-1/32	0	0

i	j	$H_3(z_1, z_2)$
0	0	-1/82
0	0	-3/82
0	0	+5/16
0	+5/8	0
+5/16	+5/8	0
-3/32	0	0
-1/32	0	0

本実施の形態の直角コーナーパターンを示す図

【図12】

 $H_1(z_1, z_2)$ $H_2(z_1, z_2)$ $H_3(z_1, z_2)$

i	j	$H_1(z_1, z_2)$
0	0	-1/32
0	0	-3/32
0	0	+5/16
0	-3/32	0
-1/32	0	0

i	j	$H_2(z_1, z_2)$
0	0	-1/32
0	0	-3/32
0	0	+5/16
0	+5/8	0
+5/16	+5/8	0
-3/32	0	0

i	j	$H_3(z_1, z_2)$
0	0	-1/32
0	0	-3/32
0	0	+5/16
0	+5/8	0
+5/16	+5/8	0

(18)

特開平10-155128

【図11】

$H_6(z_i, z_j)$		
-1/32	0	0
-3/32	0	0
+3/16	0	0
+5/16	0	+5/16
0	0	+5/16
0	0	-5/32
0	0	-1/32

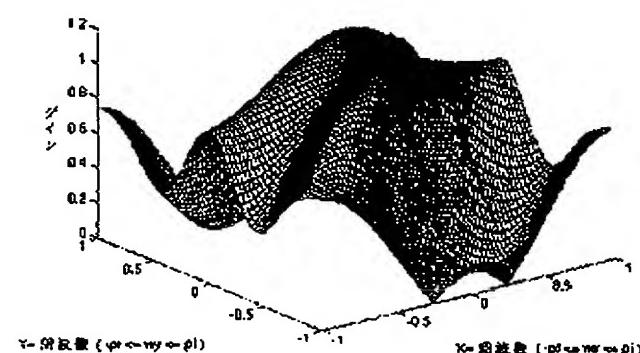
$H_6(z_i, z_j)$		
-1/32	0	0
-3/32	0	0
+5/16	0	0
0	+5/8	0
0	0	+5/16
0	0	-5/32
0	0	-1/32

$H_2(z_i, z_j)$		
-1/32	0	0
-3/32	0	0
+5/32	+5/32	0
0	+5/8	0
0	+5/32	+5/32
0	0	-5/32
0	0	-1/32

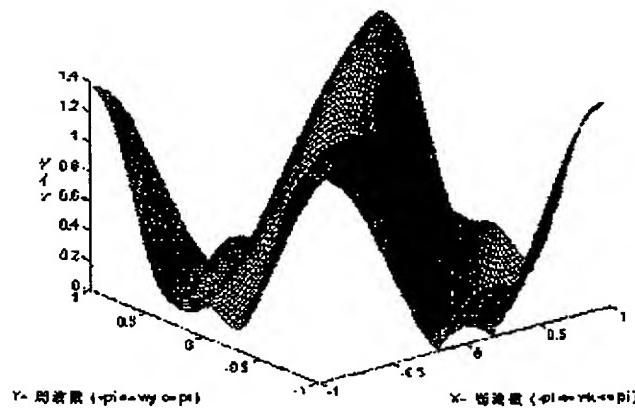
$H_6(z_i, z_j)$		
0	-1/32	0
0	-3/32	0
0	+5/32	0
+5/32	+5/8	+5/32
0	+5/32	0
0	-3/32	0
0	-1/32	0

本実施の形態の2次元適応フィルターの係数を示す図

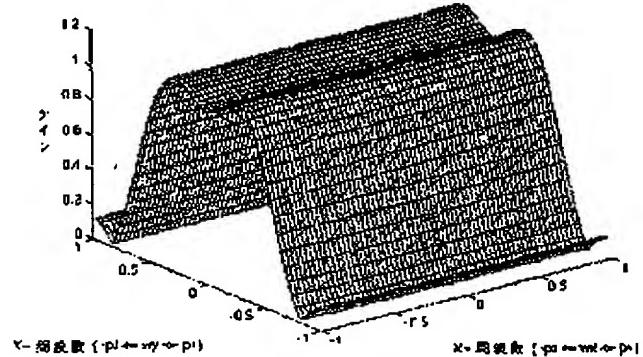
【図14】



【図13】

本実施の形態の係数 $H_6(z_i, z_j)$ の周波数特性
($H_2(z_i, z_j)$ は $X=0$ で左右反転したもの) を示す図

【図15】

本実施の形態の係数 $H_4(z_i, z_j)$ の周波数特性を示す図

【図16】

